

# 盆栽介質有效水對四季秋海棠與非洲鳳仙花之影響<sup>1</sup>

葉士財<sup>2</sup>、林深林<sup>3</sup>、張武男<sup>3</sup>

## 摘 要

五種有機介質，以15公分盆栽植四季秋海棠(*Begonia semperflorens*)與非洲鳳仙花(*Impatiens walleriana*)。供試6個月後，隨著栽培期間的增長，介質有效水分測定壓力超過10 kPa以後，水分特性曲線趨於平緩。在種植前各介質的平均水分總量、極有效水皆未達到標準，水的緩衝能力，除了稻殼未達到外，其餘四種供試介質在5%之間。供試介質栽種作物6個月後，除了香菇棄堆肥未到達所需的水分總量以外，其餘供試介質在水分總量、極有效水均有達到標準。供試作物6個月後與未使用過的供試介質比較，在有效水含量全部增加，以香菇棄堆肥有效水含量增加最少，稻殼有效水含量增加最多。在無栽植作物對照介質供試6個月後，有效水也是增加的趨勢。因此影響盆栽介質物理性狀的因素是介質本身的性質及置放時間的長久所決定，作物影響因素較小。

關鍵字：極有效水、緩衝水、水分總計。

## 前 言

盆栽介質物理環境中有三相，分別為固相(介質)，液相(水)與氣相(空氣)，此三相之比例稱為三相分布。參照學者對盆花介質物理性標準及三相分布之研究<sup>(4,7,8,10,13,14)</sup>，彙整出一套適用於本試驗研究的介質標準：固相佔10~30%，氣相佔30~40%，液相pF 0~2張力壓下，含水總量佔40~50%，pF 1~1.7時稱為極有效水(Easily Available Water, EAW)含量在20~30%，pF 1.7~2時為緩衝水(Water Buffer Capacity, WBC)在4~10%。在使用後總孔隙度降低，在許多報告也有類似結果<sup>(2,3,10,11,12)</sup>。

液相，是介質中含水的部分。pF值為Schofield設計應用水柱高度所表示引力之對數，這是自由能差的一個指數表示，但並不是一個絕對值<sup>(1)</sup>，而且水的密度常隨溫度及地心引力依地而起變化，尤其是高度。

近年來，國內外多位學者從事栽培介質水分動態模擬研究，常參照土壤水分特性曲線及飽和導水度，來預測介質中不飽和導水度錯綜複雜關係，以提供盆栽水分管理之方式。依據De Boodt<sup>(10)</sup>，所建立在植床作物栽培的標準，在不鎮壓時，pF 1~1.7之間的土壤水分含量，稱

<sup>1</sup>. 臺中區農業改良場研究報告第 0540 號。

<sup>2</sup>. 臺中區農業改良場助理。

<sup>3</sup>. 國立中興大學園藝學系講師、教授。

之極有效水；在pF 1.7~2之間的水分含量，稱之為水的緩衝能力，在pF 0~2.7 (0~50 kPa)範圍內，才是植物所利用的有效範圍，統稱水分總量<sup>(4,5,6,7)</sup>。本試驗目的，在於研擬一套適用於盆栽介質有效水分的標準，以探討介質水分與作物之間的交互影響關係。

## 材料與方法

### 試驗方法

1997年7月10日起至87年1月3日止，於網室內以15 cm塑膠盆栽植四季秋海棠與非洲鳳仙花，每盆種植扦插苗一株，四重複，並設一組不種植物只裝介質為對照。試區利用50%遮光之百吉網，張於盆栽作物上方130 cm處。每天人工澆水1次，夏天(7~10月)溫度高蒸發快，每天澆灌2次。每週施肥一次，採Peters (10-30-20)加水稀釋1,000倍(灌溉水水質pH 6.7；EC 0.38 mS/cm)，每次每盆施用350 ml，並配合除草。供試之四季秋海棠 (*Begonia semperflorens* 'Olympic')及非洲鳳仙花 (*Impatiens walleriana* 'Music')，材料分別來自優昇花坊的日本進口種奧林匹亞及妙日，取頂芽長7 cm扦插於288格穴盤，扦插介質採2號南海蛭石，置於噴霧床上，扦插2週生根後備用。盆栽內填充不同供試介質，其介質特性如下：

- 一、蔗渣堆肥(Sugarcane compost, SC)：採用市售“農城”堆肥，為本土化有機栽培介質，主要成分有蔗渣、貝蚶粉、炭化稻殼、田土、砂、活性菌及其他植物副料。採全量供試，不再混合其他比例的砂。
- 二、香菇棄堆肥(Shitake mushroom compost, SM)：採用市售“中一”園藝栽培土，為本土化有機栽培介質，混合物有香菇太空包棄堆肥(主要的成分有木屑、米糠、玉米粉加上碳酸鈣混合發酵製作而成)、砂及田土等。也是採全量供試，不再混合其他比例的砂。
- 三、金針菇棄堆肥(Golden mushroom compost, GM)：取材自臺中縣大里市草湖林養菌場的廢棄金針菇堆肥，堆積30天後風乾備用；其主要的成分為杉木屑、米糠及金針菇菌絲塊。金針菇棄堆肥混砂採(3 Golden mushroom compost: 1 Sand)的比例供試。
- 四、泥炭苔(Peat moss, PM)：由德國進口之泥炭苔(peat moss) TKS2。泥炭苔混砂採(3 Peat moss:1 Sand)的比例供試。
- 五、稻殼(Rich hull, RH)：取材自臺中縣烏日鄉溪壩農會碾米場，無經過破碎及堆積處理。稻殼混砂採(2 Rich hull: 1 Sand)的比例供試。
- 六、砂(Sand)：河砂，總體密度在1.37 g/ml，pH 5.9，EC 0.1 mS/cm。

### 介質之水分特性曲線分析

依據Topp等人<sup>(13)</sup>的方法分析介質之水分特性曲線，利用土壤水分測定壓力鍋(Soil Moisture Equipment CO.)來測定。分析項目包括植株種植前與收穫後的水分特性曲線、極有效水(Easily Available Water, EAW)、緩衝水(Water Buffer Capacity, WBC)、有效水(Available Water, AW)含量。試驗步驟如下：

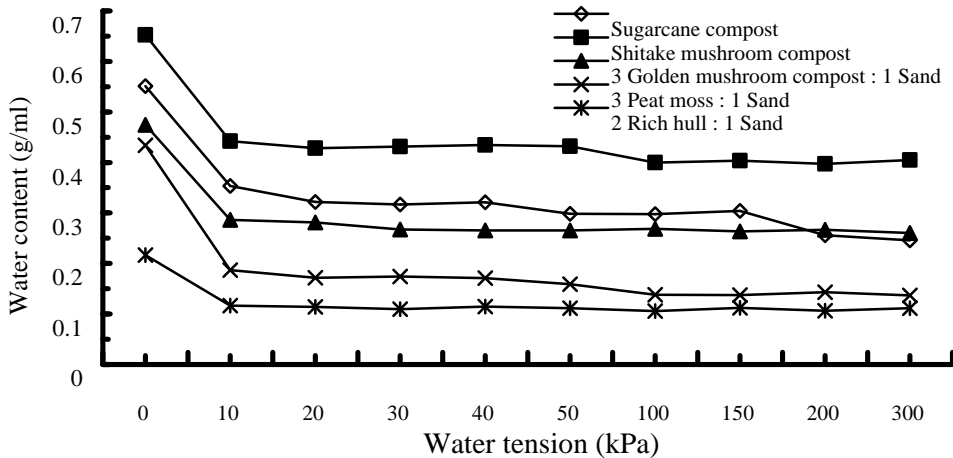
- 一、取水盆，將素瓷板置於水盆中。

- 二、將Toyo 2號5.5 mm濾紙平均排列於素瓷板上，取直徑4.8 mm，高度4.8 mm白鐵圓筒內容積86.86 ml置於其上。
- 三、取介質(混合比例均勻)裝填於白鐵圓筒中，高於白鐵圓筒，不鎮壓。
- 四、取蒸餾水加入水盆中，與白鐵圓筒上沿齊，但不淹過筒口，由底部吸水，使介質充滿水，水盆上放置蓋子，以防蒸發，靜置過夜。
- 五、利用刮杓刮除多的介質，將素瓷板置於壓力鍋中，調整壓力閥至所需壓力，經24小時後取出介質馬上秤重，整個白鐵圓筒置於烘箱105℃，烘乾後2天再行秤重。
- 六、(烘乾前重(g)-烘乾後重(g))/86.86 ml ×100%=此一壓力下介質所含水量之百分率(%)。並依照Verdonck (1972、1982)，的標準EAW(pF 1~1.7)在20~30%，WBC (pF 1.7~2)在4~10%，水分總計(pF 0~2)在40~50%。將數值統計做成水分曲線圖後，再用迴歸方式，並換算pF為kPa求出極有效水，EAW在1~7 kPa、WBC在7~10 kPa、水分總計在0~10 kPa。

## 結 果

### 介質使用前後水分特性曲線比較

供試介質使用前，以壓力鍋檢測得壓力0 kPa至300 kPa間的含水量變化，隨著壓力的增加超過10 kPa時，水分特性曲線無明顯的差異，極少再降低。因此在0~10 kPa時下降幅度大，具明顯差異，本試驗可知0~10 kPa為水分特性曲線的重要關鍵，如圖一所示。

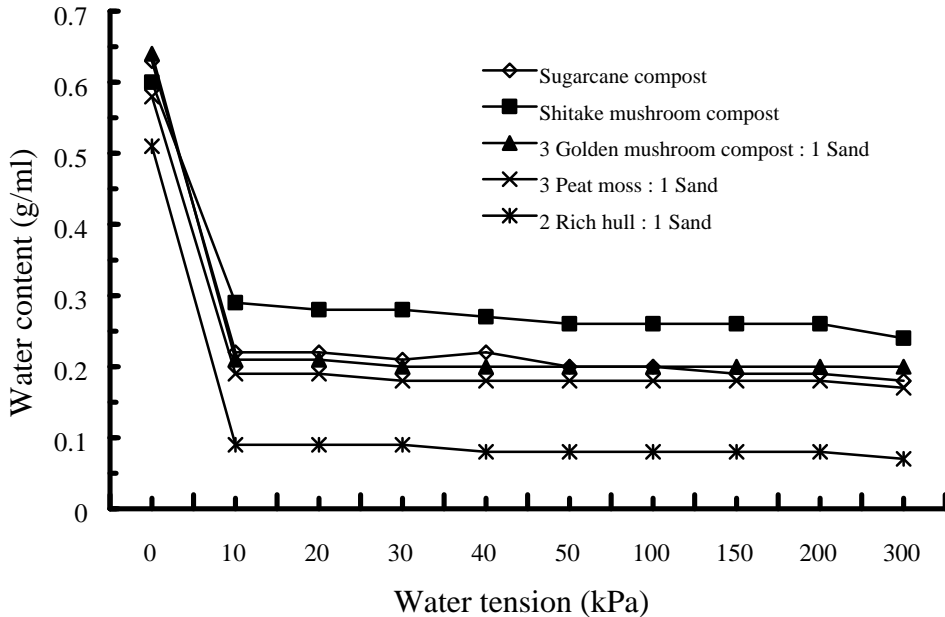


圖一、五種供試介質種植前之水分特性曲線變化。

Fig.1. The moisture retention curve of five tested media before planting.

供試介質使用6個月後，同樣以壓力鍋測得介質水分含量，隨著壓力的增加超過10 kPa後水分特性曲線漸趨平緩，差異最明顯仍然是在0 kPa至10 kPa時下降幅度大，由此可知0 kPa~10 kPa為供試介質6個月後的水分特性曲線重要關鍵。比較供試介質作物栽培後(圖二)與

使用前(圖一)水分特性曲線(0 kPa~10 kPa)之間的下陷率,以栽植四季秋海棠6個月後之水分特性曲線(圖二)下降幅度大。



圖二、五種供試介質於四季秋海棠盆栽使用 6 個月後之水分特性曲線變化。

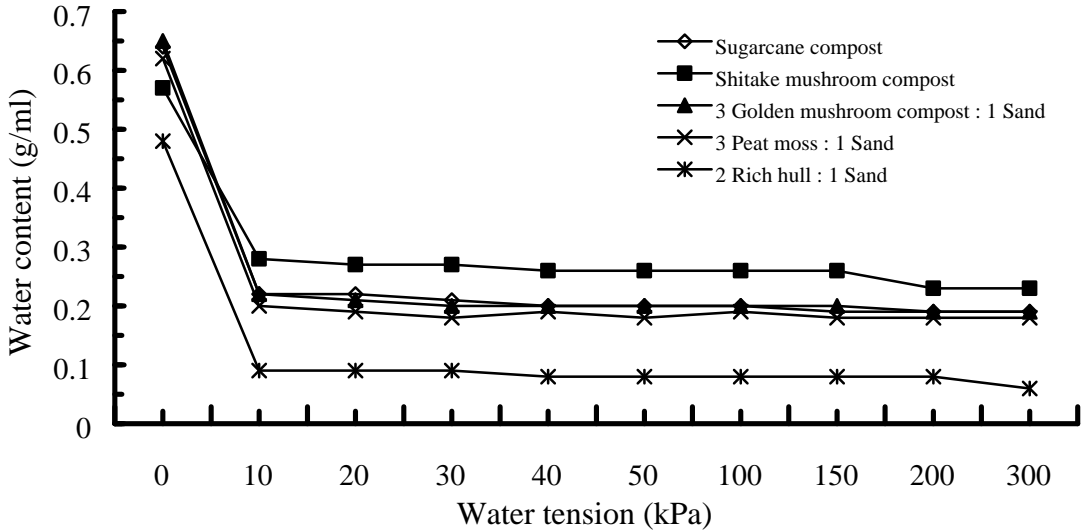
Fig. 2. The change of moisture retention of five tested media after six months of *Begonia semperflorens* pot planting.

五種供試介質栽植非洲鳳仙花6個月後水分特性曲線變化情形,如(圖三)所示,其水分特性曲線變化情形與(圖二)極為相似,仍然以0 kPa~10 kPa之間為重要關鍵。比較使用前(圖一)後(圖二)之供試介質差異性,仍是使用6個月後水分特性曲線變化下降幅度大。

五種供試介質在無栽植作物對照組使用6個月後水分特性曲線變化情形,如(圖四)所示,差異最明顯還是在0 kPa~10 kPa,隨著壓力的增加超過10 kPa~300 kPa時,水分特性曲線漸趨平緩,無明顯下降的趨勢。因此水分特性曲線的下降,主要的因素可能與使用期間所產生的物理性變化有關,受到栽植作物的因素影響較小。

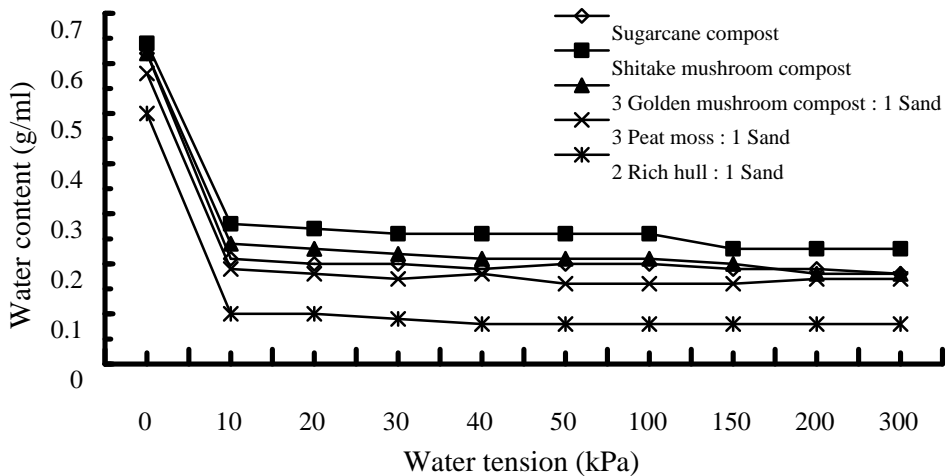
#### 有效水分含量

五種供試介質,在未栽種作物前之有效水分布以泥炭苔最高,極有效水為15.9%、緩衝水為5.5%、水分總量24%,其次為香菇棄堆肥的極有效水13.6%、緩衝水為5%、水分總量為21%;蔗渣在使用前極有效水為12.3%、緩衝水為5.3%、水分總量為20%,以稻殼在使用前極有效水為6.7%、緩衝水為2.4%、水分總量為10%最低(圖五),因此以泥炭苔的有效水含量能提供作物較多有效水分。如果以整體而言,種植前五種供試介質在極有效水及水分總量皆未到達所需標準。



圖三、五種供試介質於非洲鳳仙花盆栽使用6個月後之水分特性曲線變化。

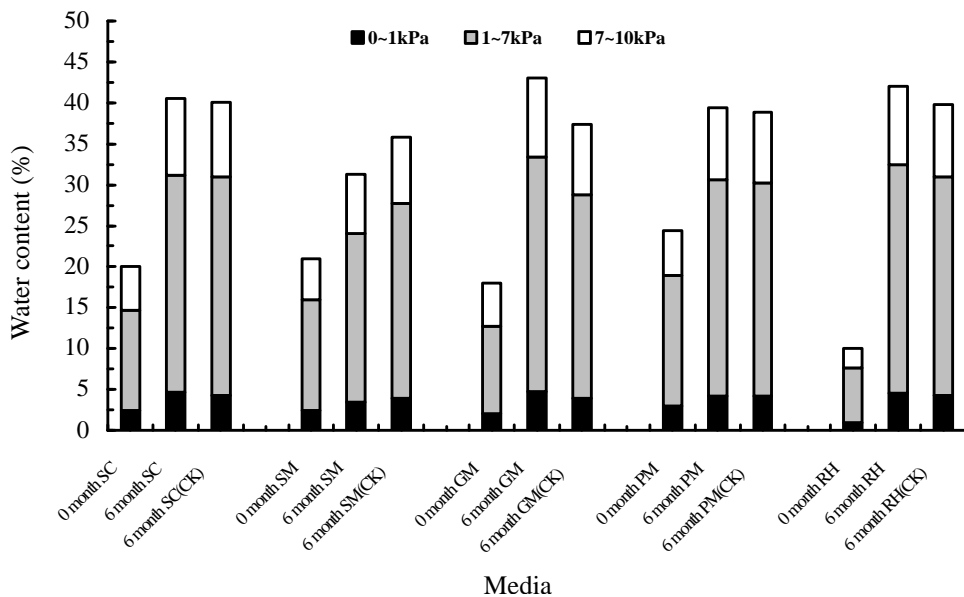
Fig. 3. The change of moisture retention of five tested media after six months of *Impatiens walleriana* planting.



圖四、五種供試介質於無作物對照組盆栽使用 6 個月後之水分特性曲線變化。

Fig. 4. The change of moisture retention of five tested media after six months of no plant control pots.

五種供試介質，在種植四季秋海棠6個月後，以金針菇棄堆肥在極有效水為28.7%、緩衝水為9.6%、水分總計為43%最高，其次為稻殼在使用前極有效水為28%、緩衝水為9.5%、水分總計為41.9%，以香菇棄堆肥在極有效水為20.6%、緩衝水為7.3%、水分總計為31.3%最低，由數據可知，五種供試介質，在供試6個月後除了香菇棄堆肥在水分總計未達40~50%以外，其餘四種供試介質在極有效水、緩衝水及水分總計有達到所需標準(圖五)。無作物對照組的介質，在供試6個月以後，在極有效水、緩衝水及水分總計都有增加的效果，以香菇棄堆肥在水分總量未達40~50%，極有效水在23.8%及緩衝水在8.1%，有到達所需範圍以外，其餘四種供試介質在極有效水、緩衝水及水分總量將近其範圍，以蔗渣在使用6個月後極有效水為26.7%、緩衝水為9.1%、水分總計為40.3%最高，其次為稻殼在使用前極有效水為26.5%、緩衝水為8.5%、水分總計為39.1%。因此可知有效水的增加，主要不是受到栽種作物的影響，受到介質本身之性質及堆積時間的長久所決定(圖五)。



圖五、五種供試介質於四季秋海棠盆栽使用 6 個月(0~6 month)期間之有效水變化，每一供試介質均含一組未栽培作物的介質為對照(CK)。

Fig. 5. Change in available water content of five tested media after growing *Begonia semperflorens* for six months. A set of check (CK) without plant was also tested for their water contents in each tested medium.

SC : Sugarcane compost 蔗渣堆肥

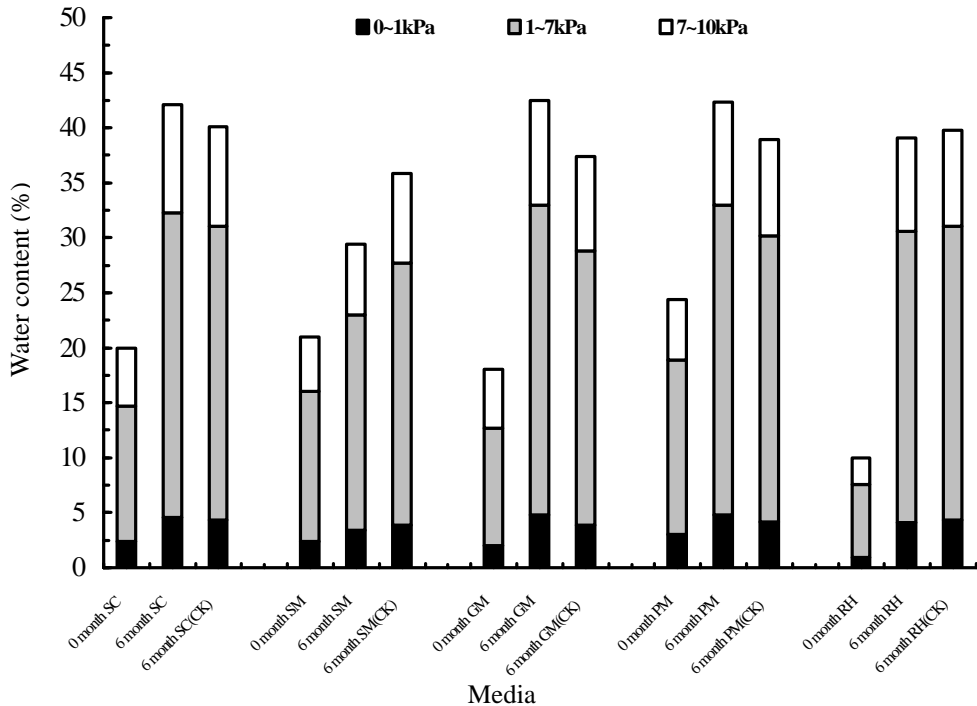
SM : Shitake mushroom compost 香菇棄堆肥

GM : 3 Golden mushroom compost : 1 Sand 3 金針菇棄堆肥 : 1 砂

PM : 3 Peat moss : 1 Sand 3 泥炭苔 : 1 砂

RH : 2 Rich hull : 1 Sand 2 稻殼 : 1 砂

在種植非洲鳳仙花6個月後，五種供試介質中以金針菇棄堆肥及泥炭苔在極有效水為28.2%最高，香菇棄堆肥在極有效水最低為19.6%。緩衝水以蔗渣最高為9.8%，其次為金針菇棄堆肥緩衝水在9.5%，香菇棄堆肥在緩衝水最低為6.4%。水分總量，以金針菇棄堆肥含量最高在42.5%，其次為蔗渣在42%，以香菇棄堆肥在水分總量最低為29.9%。因此，香菇棄堆肥的水分總計未達到所需40%的標準，其餘四種供試介質在極有效水、緩衝水及水分總量有達到所需標準(圖六)。無作物對照組的介質，在供試6個月以後，在極有效水、緩衝水及水分總量，都有增加的效果，顯示介質本身性質及堆積時間是影響有效水含量的高低的重要因素。



圖六、五種供試介質於非洲鳳仙花盆栽使用6個月期間之(0~6 month)有效水變化，每一供試介質均含一組未栽培作物的介質為對照(CK)。

Fig. 6. Change in available water content of five tested media after *Impatiens walleriana* for six months.

A set of check (CK) without plant was also tested for their water contents in each tested medium.

SC : Sugarcane compost 蔗渣堆肥

SM : Shitake mushroom compost 香菇棄堆肥

GM : 3 Golden mushroom compost : 1 Sand 3 金針菇棄堆肥 : 1 砂

PM : 3 Peat moss : 1 Sand 3 泥炭苔 : 1 砂

RH : 2 Rich hull : 1 Sand 2 稻殼 : 1 砂

## 討 論

某栽培介質於某水分張力下與其所維持之水分含量之函數關係，稱之水分特性曲線 (Water Characteristic Curve)，可藉由此曲線，得知在某水分張力之下的水分含量<sup>(9)</sup>。而介質部分包括固相、液相及氣相三相分布等，其中以液相有效水分布的情形影響最為重要，對植物而言有不可利用水及可利用水兩種。不可利用水在張力 $pF$  2.7以上，可利用水的水分總量在張力 $pF$  0~2.7之間，又區分為極有效水及緩衝水。當不可利用水及水分總量異常升高時，固相不變，直接對氣相空間產生壓縮，造成氣相降低，使作物根部之呼吸困難，產生根部機能障害，阻礙植株生育。而總孔隙度是液相與氣相之總和，當總和減少，固相及總體密度即會增加，因為總體密度與固相呈正相關，因此依三相分布之標準，盆栽作物栽種6個月後，隨著時間之增長、淋灌壓迫及地心引力的雙重影響下，生長勢應該會每下愈況，可是剛好與事實相反，作物生長勢是漸入佳境，因此影響作物生長的最主要因子決定於液相內之有效水分多寡。

依據先前學者對盆花介質物理性標準，50 kPa為作物可利用水的水分總量範圍，本試驗採以壓力鍋測試0~300 kPa的結果，發現10 kPa才是作物最佳的有效水範圍，因為水分有效曲線在10 kPa以後再下降的情況就趨於平緩(圖一、二、三、四)，所以在0~10 kPa的水分壓力下是相當值得重視的範圍。另外，隨著使用時間的增長，固相、氣相改變，有效水含量也漸至增加。本試驗結果證實有效水的增加是盆栽介質在使用過程中一項主要的物理性變化，也是影響作物生長很重要因素。本試驗證明在使用6個月後，有效水範圍內的極有效水、緩衝水及含水總量全部增加，符合盆花介質物理性標準；反觀在種植前的極有效水及水分總量未達到所需標準，緩衝水僅佔5%勉強有到達，因此種植前有較少的有效水含量，並不代表栽植6個月後有效水含量一定就是減少，反之，栽植6個月後，有效水含量是升高的，而且達到標準，不僅在蔗渣上發生，其他供試介質全部也有類似情況，以稻殼增加最明顯。因此可以完全解釋此物理試驗中，有效水分的高低才是左右作物根部生育之因素(圖五、六)。

## 參考文獻

1. 郭魁士 1990 土壤學(第六版) p.1-801 之宜出版社 臺北，臺灣。
2. 黃淑汝 1991 金針菇堆肥對園藝作物生長之研究 國立中興大學園藝研究所碩士論文 117頁。
3. 陳士略 1996 金針菇葉堆肥作為育苗介質之研究 國立中興大學園藝研究所碩士論文 121頁。
4. 葉士財 1998 五種有機介質於盆栽使用中之理化性變化 國立中興大學園藝研究所碩士論文 104頁。
5. 池田幸弘、森 俊人、藤原辰行 1984 鉢物?? ? 花?? ? 苗? 用土規格化? 關?? ? 研究.(第3報) ? ? ? ? ? ? 配合土? 實用性? ? ? ? 兵庫農? ? ? ? 研報 32:59-66。
6. 長村智司 1980 ?? 物用標準培養土? 關?? ? 研究(第5報) ?? x? ? ? ? ? ? ? ? 生育? 培養土組成 鉢材料? 關係 奈良農試研報 11:31-40。
7. 長村智司 1987 鉢物用培養土? 標準化? 根圈? 物理條件? 關?? ? 研究 p.1-30 農文協。

8. 長村智司 1995 鉢花? 培養土? 養水分管理 p.1-170 農文協。
9. 長村智司、卜部昇治 1973 ? ? 物用標準培養土? 關? ? 研究(第2報) ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?  
? ? 培養土? 物理性? 標準化? ? ? 植物? 與? ? 影響 奈良農試研報 5:34-40。
10. Child, E. C. 1940. The use of soil moisture characteristics in soil studies. *Soil Sci.* 50:239-252.
11. De Boodt, M. and O. Verdonck. 1971. Physical properties of peats-moulds improved by perlite and foam plastic in relation to environmental plant growth. *Acta Hort.* 75:179-199.
12. Henny, B. K. 1979. Production of six foliage crops in spent mushroom compost potting mixes. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 92:330-332.
13. Topp, W. E., W. Llewellyn and J. Nesmith. 1970. The chemical, physical and salinity characteristics of twenty-seven soil media. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 83:482-488.
14. Verdonck, O., I. M. Cappaert and M. Deboodt. 1976. A comparative study between peat, pine leaf mould compost as a substrate for pot plants. *Acta Hort.* 64:245-248.
15. Verdonck, O., I. M. Cappaert and M. Deboodt. 1982. Physical characterization of horticultural substrates. *Acta Hort.* 82:231-243.
16. Verdonck, O., D. Deveschauer and M. Deboodt. 1982. The influence of the substrate to plant growth. *Acta Hort.* 99:119-129.

# The Effect of Available Water of Culture Media on *Impatiens walleriana* and *Begonia semperflorens*<sup>1</sup>

Shih-Tsai Yeh<sup>2</sup>, Sheng-Lin Lin<sup>3</sup> and Woo-Nang Chang<sup>3</sup>

## ABSTRACT

Five organic media, spent golden mushroom compost (GM), peat moss (PM), rice hull (RH), sugarcane compost (SC), and spent Shitake mushroom compost (SM), were used to grow *Impatiens walleriana* and *Begonia semperflorens* in 15 cm pots for 6 months. As the planting period increased, soil moisture decreased less in magnitude when water tension of the media exceeded 10 kPa. Means of total water content and easily available water of the five tested media did not reach a favorable level before use. Unless for rice hull, water buffering capability of the other four media was around 5%, but all of them reached favorable level except for Shitake mushroom compost after used for six months. In comparison of organic media used before and after six months, the available water of all media increased. Shitake mushroom compost was the lowest and the rice hull was highest. In the control pots without plants, the trend of available water increased. Therefore, the primary factors on physical properties were the media themselves and the placing period of media.

**Key words:** easily available water, water buffer capacity, water content.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0540 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Assistant of Taichung DAIS.

<sup>3</sup> Instructor and Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.